



IDENTIFICAÇÃO DE VARIEDADES DE FEIJÃO-CAUPI PARA PRODUÇÃO DE FEIJÃO-VERDE

Cândida Hermínia Campos de Magalhães Bertini¹, Eveline Nogueira Lima², José Nilo Rocha², Erika Beatriz de Lima Castro², Leslyene Maria de Freitas², Ana Kelly Firmino da Silva², Tomil Ricardo Maia de Souza², Angela Maria dos Santos Pessoa³

¹Professora Associada do curso de agronomia do departamento de Fitotecnia Universidade Federal do Ceará, campus Pici, Fortaleza-Ceará.

²Engenheiro agrônomo pela Universidade Federal do Ceará, Campus Pici, Fortaleza-Ceará.

³Docente da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), campus Rolim de Moura, Rolim de Moura, RO.

E-mail: evelinenlima@gmail.com

Recebido em: 15/08/2026 – Aprovado em: 05/09/2026 – Publicado em: 30/09/2026

DOI: 10.18677/EnciBio_2026C9

RESUMO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) possui expressiva importância socioeconômica no Brasil, destacando-se como cultura de grande relevância nas regiões Norte e Nordeste. O presente trabalho objetivou caracterizar variedades de feijão-caupi sob a perspectiva da produção de feijão-verde, avaliando tanto materiais já cultivados regionalmente quanto genótipos promissores, visando à definição de um ideótipo comercial que integre atributos agronômicos e exigências de mercado (parâmetros fisiológicos, morfológicos e qualitativos de grão, como cor, tamanho e forma). O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Ceará (UFC), sob o delineamento de blocos casualizados, com três repetições, avaliando-se 16 variedades. Foram analisados dez parâmetros quantitativos, seis qualitativos e a curva de crescimento de vagens. A seleção dos genótipos superiores foi realizada com base nos índices de seleção. A variedade crioula 'Pingo de Ouro' destacou-se em ambos os índices, demonstrando elevado potencial para a exploração comercial de feijão-verde nas condições edafoclimáticas estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Curva de Crescimento; Ideótipo; *Vigna unguiculata*;

IDENTIFICATION OF COWPEA VARIETIES FOR GREEN BEAN PRODUCTION

ABSTRACT

Cowpea (*Vigna unguiculata*) holds significant socioeconomic importance in Brazil, standing out as a highly relevant crop in the North and Northeast regions. This study aimed to characterize cowpea varieties from the perspective of green bean production, evaluating

both regionally cultivated materials and promising genotypes, to define a commercial ideotype that integrates agronomic attributes and market requirements (physiological, morphological, and grain quality parameters, such as color, size, and shape). The experiment was conducted at the Federal University of Ceará (UFC), under a randomized complete block design with three replications, evaluating 16 varieties. Ten quantitative and six qualitative parameters were analyzed, in addition to the pod growth curve. The selection of superior genotypes was performed based on selection indices. The landrace variety 'Pingo de Ouro' stood out in both indices, demonstrating high potential for commercial green bean exploitation under the studied soil and climatic conditions.

KEYWORDS: Growth curve; Ideotype; *Vigna unguiculata*;

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma cultura de grande relevância socioeconômica em diversos países, como Brasil, Nigéria e Namíbia, constituindo uma importante fonte de emprego e renda devido ao seu baixo custo de produção. Sua versatilidade e adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, especialmente nas regiões tropicais das regiões Norte e Nordeste do Brasil, impulsionaram o País à posição de principal produtor das Américas e quarto maior do mundo (MELO *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2025).

As variedades de feijão-caupi apresentam ampla variabilidade quanto à morfologia e à qualidade proximal, aspectos fundamentais para os programas de melhoramento genético da espécie (GERRANO *et al.*, 2022). Essas variações representam uma alternativa estratégica para a promoção da segurança alimentar e nutricional no combate à fome (SILVA *et al.*, 2021).

Os programas de melhoramento de feijão-caupi buscam atender aos múltiplos objetivos, tais como: Incremento da produtividade, ganho de adaptabilidade e estabilidade produtiva, melhoria da qualidade visual, culinária e nutricional dos grãos, além do desenvolvimento de cultivares alinhadas às exigências do mercado para a produção de grãos secos e verdes (FREIRE FILHO *et al.*, 2005).

Embora ainda não exista regulamentação oficial para a produção, o processamento e a comercialização do feijão-verde, considera-se como tal as vagens colhidas no estágio próximo à maturidade fisiológica período imediatamente anterior ou posterior ao momento em que cessam o acúmulo de fotossintatos e iniciam o processo de desidratação natural (FREIRE FILHO; ROCHA, 2021).

O consumo do feijão-verde é uma tradição consolidada na Região Nordeste, integrando diversos pratos típicos da culinária local. Por essa razão, a atividade representa relevante fonte de trabalho e renda no entorno de médios e grandes centros urbanos regionais e inter-regionais (FREIRE FILHO; ROCHA, 2021). Para esse segmento, destacam-se como as mais cultivadas as subclasses de grãos Branca, Sempre-Verde, Azulão e Corujinha.

Na comercialização do feijão-verde, a manifestação da cor natural do grão seco é indesejável. Contudo, após a debulha, a perda progressiva de umidade das vagens e dos grãos favorece o escurecimento do tegumento, fenômeno observado em praticamente todas as classes de cores, à exceção da branca (FREIRE FILHO *et al.*, 2007; ARAÚJO *et al.*, 2025). Assim, torna-se imprescindível a seleção de genótipos que apresentem menor taxa de descoloração em função do tempo e da perda de umidade (FREIRE FILHO *et al.*, 2002).

A arquitetura de planta ideal (ideótipo) para a produção de feijão-verde varia conforme o sistema de cultivo. Para a agricultura familiar, que prioriza o manejo

manual e a colheita escalonada, recomendam-se genótipos de crescimento indeterminado, porte semiprostrado, ciclo produtivo mais longo e vagens uniformes, de fácil debulha e elevado valor estético (MELO *et al.*, 2021). Em contrapartida, sistemas empresariais de alta tecnologia demandam um ideótipo de crescimento determinado, porte ereto a semiereto, precocidade, maturação uniforme e vagens dispostas acima do dossel, características que favorecem o trato cultural e a colheita mecanizada (ARAGÃO *et al.*, 2022). Nesse contexto, a caracterização de cultivares alinhadas a esses critérios agrônômicos e de mercado é fundamental para elevar a competitividade da cultura (MELO *et al.*, 2021).

O presente trabalho objetivou caracterizar variedades de feijão-caupi sob a perspectiva da produção de feijão-verde, avaliando tanto materiais já cultivados regionalmente quanto genótipos promissores, visando à definição de um ideótipo comercial que integre atributos agrônômicos e exigências de mercado (parâmetros fisiológicos, morfológicos e qualitativos de grão, como cor, tamanho e forma). Adicionalmente, buscou-se caracterizar a morfologia dos grãos (forma e tipo) para aplicação no setor de embalagens, além de analisar a curva de crescimento das vagens para a determinação do ponto ideal de colheita e a identificação dos ideótipos de vagem mais promissores.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área do setor de Horticultura da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, em Fortaleza, Ceará, entre maio e agosto de 2022. As coordenadas geográficas da área utilizada é 3° 74' 02.2" de latitude sul e 38° 57' 69.6" de longitude Oeste.

Foram utilizadas 16 variedades de feijão-caupi (Tabela 1), provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Universidade Federal do Ceará (UFC) dentre os quais estão algumas variedades já usadas no cultivo e produção de feijão verde, como também materiais genéticos (acessos da coleção de germoplasma de feijão-caupi da UFC) que apresentam potencial constatado em outros trabalhos conduzidos e desenvolvidos pelo grupo de pesquisa de melhoramento genético de feijão-caupi da UFC (ARAÚJO *et al.*, 2025).

TABELA 1. Informações gerais sobre as 16 (dezesseis) variedades de feijão-caupi avaliados no experimento. Fortaleza-CE, 2022

Nº	ID BAG	Nome comum	Porte da planta	Cor do grão	Forma do grão	Ciclo
1	CE-935	BR 17 Gurgueia	Prostrado	Esverdeada	Reniforme	75
2	CE-934	BRS Guariba	Semiereto	Branco	Ovóide	70
3	CE-939	Paulistinha	Semiereto	Marrom	Rombóide	80
4	CE-978	BRS Tumucuma que	Semiereto	Branco	Reniforme	70
5	CE-025	Sempre Verde	Semi prostrado	Esverdeada	Ovóide	71
6	CCB-014	Senador	Semiereto	Marrom	Ovóide	64

7	CE-930	Pingo de Ouro	Semi prostado	Esverdeada	Rombóide	88
8	-	L2P2	Semi prostado	Creme	Ovóide	70
9	-	BRS Pajeú	Semi prostado	Marrom	Rombóide	70
10	CE-942	BRS Juruá	Semi prostado	Verde	Ovóide	78
11	CE-1011	BRS Imponente	Semiereto	Branco	Reniforme	65
12	CE-943	BRS Aracê	Semi prostado	Verde oliva	Ovóide	70
13	-	Pingo de Ouro	Semi prostado	Esverdeada	Rombóide	88
14	CE-940	BRS Punjante	Semi prostado	Marrom	Ovóide	70
15	CE-596	Setentão	Semi prostado	Esverdeada	Rombóide	70
16	CE-002	Bengala	Semi prostado	Marrom	Reniforme	87

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com três repetições em parcelas de 1,6 m x 3,0 m. Para eliminar o efeito da bordadura a área útil correspondeu à fileira central, totalizando 12 plantas/parcela. Os tratos culturais foram feitos de acordo com a necessidade da cultura e o desbaste foi realizado aos 15 dias após a semeadura, deixando-se duas plantas por cova, resultando em uma população de 100.000 plantas ha⁻¹.

A colheita foi realizada quando as vagens atingiram o ponto ideal de colheita, isto quando as sementes apresentaram de 60 a 70% de umidade, um pouco antes ou um pouco após o estágio em que param de acumular fotossintatos e iniciam o processo de desidratação natural, metodologia sugerida por Freire Filho *et al.* (2005). Vale salientar que a colheita foi realizada manualmente, sempre procurando seguir um padrão de maturação para efeito de colheita, individualmente para cada variedade.

O controle de pragas foi realizado à medida que foram surgindo insetos-praga na área experimental, seguindo orientações do manejo integrado de pragas (MIP), baseando-se na população desses insetos, ou nível de incidência, para realizar, no caso em questão, controle químico. Decis® (Deltametrina), Dimexion® (Dimetoato) e Actara® (Tiamectoxam) foram os produtos usados, por exemplo.

A capina foi realizada semanalmente nas entrelinhas das parcelas, visando o controle das plantas daninhas, com predominância da tiririca (*Cyperus rotundus*) na área experimental. O sistema de irrigação adotado no experimento foi do tipo gotejamento, acionado diariamente por 30 minutos até o final do ciclo da cultura. Esse manejo garantiu a formação do bulbo molhado na superfície do solo e supriu integralmente a necessidade hídrica da planta.

Caracteres avaliados

A curva de crescimento das vagens foi determinada mediante a marcação das vagens com fios coloridos flexíveis, totalizando 30 vagens por variedade, sendo 10 por parcela, selecionadas aleatoriamente. As avaliações foram realizadas a partir do início da formação das vagens (estádio R3) até o estágio considerado adequado para

o consumo como feijão-verde. O comprimento das vagens (cm) foi mensurado diariamente com régua metálica graduada, enquanto o diâmetro (mm) foi determinado semanalmente com paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm (ANDRADE *et al.*, 2010; SOUSA *et al.*, 2013).

Os caracteres quantitativos foram avaliados após a colheita, incluindo comprimento da vagem verde (COMPVV), massa da vagem verde (MVV), número de vagens verdes por planta (NVVP), massa de grãos da vagem verde (MGVV), número de grãos da vagem verde (NGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grãos verdes (IDG), biometria dos grãos verdes (BGV), produtividade de vagens verdes (PRODVV) e produtividade de grãos verdes (PGV) (FREIRE FILHO *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2021).

Os caracteres qualitativos avaliados foram: Cor do tegumento do grão verde (grãos de cor oliva); formato do grão (mais para ovoide); tamanho do grão (médio a grande); facilidade ou dificuldade na debulha (vagem de casca mais fina); presença ou ausência de pigmentos (antocianina) após a debulha (ausência); presença ou ausência de película nas sementes após a debulha (ausência) (FREIRE FILHO *et al.* 2007; ANDRADE *et al.* 2010).

O uso de inteligência artificial generativa limitou-se à revisão gramatical, organização textual, geração de figuras, utilizando o Gemini. Nenhum conteúdo científico foi gerado com o auxílio da IA. Em conformidade com Brasil (2026), os autores garantem a integridade, a originalidade e a validação dos resultados apresentados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acompanhamento temporal do crescimento das vagens revelou padrões distintos de desenvolvimento. Crescimento rápido/acelerado: Genótipos como Pujante (T14) e Bengala (T16) atingiram o comprimento máximo das vagens (27 a 29 cm) entre oito e nove dias após a antese (estádios R3 a R4). Essas cultivares demandam uma janela de colheita antecipada para evitar o enrijecimento do pericarpo e a perda de umidade. Crescimento intermediário: Genótipos como Tumucumaque e Senador atingiram o ponto de colheita no estágio imaturo entre 10 e 12 dias após a antese. Crescimento lento/tardio: Materiais como L2P2 e BRS Imponente apresentaram expansão gradual, com estabilização do comprimento após 12 dias.

Weiss *et al.* (2018) relataram que o desenvolvimento de vagens e sementes de feijão-caupi ocorre em um período relativamente curto, de aproximadamente duas semanas, com maior incremento no crescimento das vagens durante a primeira semana após a antese. Esse padrão é consistente com os resultados observados no presente estudo, no qual os genótipos apresentaram diferentes velocidades de crescimento e atingiram o comprimento máximo entre oito e 12 dias após a antese.

A determinação precisa do ponto ideal de colheita (vagens imaturas com 60% a 70% de umidade nos grãos) é crucial para mitigar perdas pós-colheita. A colheita precoce resulta em grãos pouco granados e de baixa massa; já a colheita tardia acarreta a perda da cor esverdeada característica e o início da síntese de amido em detrimento dos açúcares solúveis (FREIRE FILHO; ROCHA 2021). Portanto, a caracterização da curva de crescimento estabelece que a recomendação do momento de colheita do feijão-verde não deve ser genérica para a espécie, mas sim adaptada ao perfil morfofisiológico de cada cultivar.

Os coeficientes de variação experimental (CVe) variaram de 7,30%, para massa de vagens verdes (MVV), a 32,28%, para produção e produtividade de vagens verdes por planta (Tabela 2). De acordo com a classificação de Pimentel-Gomes (2000), o

CVe de 7,30% é considerado baixo, indicando elevada precisão experimental, enquanto valores entre 20 e 30% são classificados como altos e superiores a 30%, como muito altos. A maior variabilidade observada para as características relacionadas à produção de vagens verdes pode estar associada à maior heterogeneidade inerente aos componentes de produção, especialmente em Características influenciadas pela dinâmica de florescimento e frutificação do feijão-caupi (MELO *et al.*, 2021; PESSOA *et al.*, 2023)

TABELA 2. Resumo das análises de variâncias individuais e estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres massa de vagem verde (MVV), comprimento de vagem verde (COMPVV), número de vagem verde por planta (NVVP), número de grãos de vagens verdes (NGVV), massa de grãos de vagens verdes (MGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grãos verdes (IGV), peso de grãos verdes por planta (PGVP), produtividade de grãos verdes (PROTGV), produção de vagens verdes por planta (PVVP) e produtividade de vagens verdes (PROTVV), obtidos a partir da avaliação de 16 (dezesseis) genótipos de feijão-caupi.

Fonte de Variação	de GL	COM PVV (cm)	MVV(g)	NVVP	NGVV	MGVV(g)	M100GV(g)	IGV(%)
Blocos	2	0,34	0,42	73,77	2,09	1,39	0,14	31,18
Genótipos	15	10,25**	22,27**	37,27**	11,83**	3,09*	164,02**	220,46**
Resíduo	30	1,39	2,78	10,17	1,30	0,95	26,44	47,52
Média	-	9,85	22,86	12,08	14,46	5,44	38,95	58,98
CV (%)	-	11,98	7,30	26,39	7,87	17,93	13,20	11,69
Mínimo	-	18,13	6,11	3,00	7,00	2,29	22,92	36,44
Máximo	-	15,38	29,99	21,00	17,00	7,87	61,17	79,50
CVg (%) ¹	-	17,44	11,15	24,87	12,95	15,54	17,39	12,87
b2	-	1,45	1,53	0,9	1,65	0,87	1,32	1,10
(CVg/CVe)				4				
Herdabilidade (%)	—	87,51	86,40	72,71	89,04	69,26	83,66	78,44
Fonte de Variação	de GL	PGV P(g)	PROTG V(kg/ha)	PVVP (g)	PROTV V(kg/ha)			
Blocos	2	537,27	233.272,19	10.177,77	4.417.468,77			
Genótipos	15	1.437,35**	623.826,53**	2.693,70ns	1.169.159,83ns			
Resíduo	30	234,90	101.946,13	1.408,16	611.172,59			
Média	—	80,86	1.684,50	116,24	2.421,72			
CV (%)	—	18,95	18,96	32,28	32,28			
Mínimo	—	29,54	615,42	22,26	463,81			

Máximo	—	129,8 6	2.705,31	263,6 3	5.492,38
CVg (%) ¹	—	24,76	24,76	17,81	17,81
b ² (CVg/CVe)	—	1,31	1,31	0,55	0,55
Herdabilidade (%)	—	83,66	83,66	47,72	47,72

(¹)CVg, coeficiente de variação genética. (²), Razão CVg/CVe. ^{ns} Não significativo. **, *Significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Fonte: Dados da pesquisa / Autor

A análise de variância (ANOVA) revelou diferenças altamente significativas ($p < 0,01$) entre as 16 variedades para a maioria dos caracteres quantitativos avaliados: Massa de vagens verdes (MVV), comprimento de vagens verdes (COMPVV), número de vagens verdes por planta (NVVP), número de grãos verdes por vagem (NGVV), massa de grãos de vagens verdes (MGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grãos verdes (IGV), produtividade de grãos verdes por planta (PGVP) e produtividade de grãos verdes (PROTGV). Esses resultados evidenciam a existência de diferenças fenotípicas entre as variedades, indicando potencial para a seleção de materiais superiores para a produção de feijão-verde. Apenas a produção de vagens verdes por planta (PVVP) e a produtividade de vagens verdes (PROTVV) não apresentaram diferenças significativas pelo teste F ($p > 0,05$).

A variabilidade observada para a maioria dos caracteres também foi relatada por Pessoa *et al.* (2023), que, ao avaliarem 42 genótipos de feijão-caupi, incluindo acessos e cultivares comerciais pertencentes ao Banco de Germoplasma da Universidade Federal do Ceará (BAG-UFC), verificaram diferenças para caracteres relacionados às vagens e aos grãos verdes. A concordância entre os resultados reforça a importância da conservação e caracterização de recursos genéticos em bancos de germoplasma, os quais constituem fontes relevantes de variabilidade para a seleção de materiais superiores e para o desenvolvimento de cultivares destinadas à produção de feijão-verde, considerando as exigências do mercado consumidor.

As estimativas de herdabilidade no sentido amplo (h^2) apresentaram valores elevados para os caracteres avaliados, destacando-se o número de grãos por vagem verde (89,04%), a massa de vagem verde (87,51%) e o comprimento de vagem (86,40%). Esses resultados indicam que a elevada proporção da variação fenotípica observada para esses caracteres está associada à variação genética, sugerindo maior potencial de resposta à seleção. Valores elevados de herdabilidade também podem favorecer a eficiência da seleção direta e indireta, especialmente quando associados a ganhos genéticos satisfatórios (MELO *et al.*, 2021).

Ademais, a razão CVg/CVe (índice b) foi superior à unidade ($b > 1,0$) para caracteres estratégicos como NGVV (1,65), COMPVV (1,53), M100GV (1,32), PGVP (1,31) e PROTGV (1,31). A obtenção de índice $b > 1,0$ confirma uma condição extremamente favorável para o melhoramento vegetal, indicando que a variabilidade genética supera a variação ambiental e assegura elevados ganhos genéticos esperados por meio de seleção direta (FALEIRO *et al.*, 2002; MISTRO *et al.*, 2007).

Pelo teste de agrupamento de Scott & Knott ($P \leq 0,05$) (Tabela 3), a variedade Bengala obteve a maior média para comprimento de vagem verde (29,39 cm), seguida pela variedade Pujante (27,32 cm). Vagens mais longas associam-se visualmente a um produto de maior aceitação no mercado *in natura* e de debulha manual.

TABELA 3. Agrupamento de médias pelo teste de Scott & Knott para os caracteres massa de vagem verde (MVV), comprimento de vagem verde (COMPVV), número de vagem verde por planta (NVVP), número de grãos de vagens verdes (NGVV), massa de grãos de vagens verdes (MGVV), massa de 100 grãos verdes (M100GV), índice de grãos verdes (IGV), peso de grãos verdes por planta (PGVP) e produtividade de grãos verdes (PROTGV), obtido a partir da avaliação de 16 genótipos de feijão-caupi, em Fortaleza-CE, 2022

Nº	Genótipos	MVV (g)	COMPVV (cm)	NVVP	NGVV	MGVV (g)
1	Gurguéia	6,57 d	19,48 c	17,67 a	15,97 a	3,96 b
2	Guariba	9,51 c	23,97 a	14,33 a	14,90 a	5,42 b
3	Paulistinha	10,96 b	21,52 c	16,33 a	13,80 b	5,65 a
4	Tumucumaque	10,36 b	24,21 b	13,00 a	14,06 b	5,86 a
5	Sempre Verde	9,53 c	19,05 c	11,33 a	15,27 a	4,75 b
6	Senador	10,94 b	23,50 b	7,33 b	16,27 a	6,27 a
7	Pingo de Ouro (BAG)	9,82 c	22,71 b	8,33 b	15,27 a	6,27 a
8	L2P2	6,69 d	20,94 c	9,33 b	14,43 b	6,48 a
9	Pajeú	9,02 c	21,06 c	13,67 a	13,23 b	4,92 b
10	Juruá	8,28 c	22,88 b	16,33 a	13,06 b	4,25 b
11	Imponente	9,23 c	19,91 c	16,33 a	8,06 b	4,40 b
12	Aracê	9,48 c	22,33 b	11,33 b	16,03 a	5,09 b
13	Pingo de Ouro (Crioulo)	10,75 b	23,57 b	9,00 b	16,37 a	7,57 a
14	Pujante	12,57 a	27,32 a	7,67 b	15,47 a	7,02 a
15	Setentão	10,08 c	19,05 c	13,33 a	14,50 b	4,75 b
16	Bengala	13,80 a	29,39 a	8,00 b	14,73 b	5,76 a
-	Média geral	9,85	22,86	12,08	14,46	5,44

Nº	Genótipos	M100GV (g)	IGV (%)	PGVP (g)	PROTGV (kg/ha)
1	Gurguéia	24,82 c	68,54 a	63,50 b	1.322,87 b
2	Guariba	36,67 c	58,88 b	80,71 b	1.681,40 b
3	Paulistinha	41,64 b	54,74 b	78,58 b	1.637,10 b
4	Tumucumaque	41,70 b	58,39 b	83,28 b	1.734,92 b
5	Sempre Verde	31,32 c	56,08 b	73,32 b	1.527,48 b
6	Senador	39,46 c	58,97 b	102,10 a	2.127,12 a
7	Pingo de Ouro (BAG)	42,50 b	66,94 a	99,09 a	2.064,53 a
8	L2P2	34,13 c	74,08 a	70,57 b	1.470,33 b
9	Pajeú	37,55 c	56,61 b	65,88 b	1.372,46 b
10	Juruá	32,78 c	53,63 b	55,97 b	1.166,12 b
11	Imponente	56,35 a	49,50 b	35,72 b	744,11 b
12	Aracê	38,15 c	67,19 a	97,80 a	2.037,54 a
13	Pingo de Ouro (Crioulo)	48,01 b	71,21 a	123,85 a	2.580,18 a
14	Pujante	45,79 b	57,57 b	108,26 a	2.255,29 a
15	Setentão	33,15 c	47,28 b	68,22 b	1.442,03 b
16	Bengala	39,16 c	44,43 b	85,85 b	1.788,46 b
—	Média geral	38,95	58,98	80,86	1.68450

No que tange à Produtividade de Grãos Verdes (PROTGV), a cultivar Pingo de Ouro (Crioulo) destacou-se com a maior média do experimento (2.580,18 kg há⁻¹, integrando o agrupamento superior ao lado de Pujante (2.255,29 kg há⁻¹), Senador (2.127,12 kg ha⁻¹), Pingo de Ouro (BAG) (2.064,53 kg ha⁻¹) e Aracê (2.037,54 kg ha⁻¹). O rendimento de Pingo de Ouro (Crioulo) superou substancialmente a média geral da pesquisa (1.684,50 kg ha⁻¹) e os patamares médios nacionais.

O Índice de Grãos Verdes (IGV), parâmetro fisiológico que reflete a eficiência de partição de fotossintatos da vagem para o enchimento de grãos, variou de 44,43% (Bengala) a 74,08% (L2P2). Para o mercado de feijão-verde, valores de IGV acima de 60% são ideais, pois evitam o desperdício de biomassa no pericarpo (casca da vagem) (ROCHA *et al.*, 2017). As variedades L2P2 (74,08%), Pingo de Ouro Crioulo (71,21%), Gurguéia (68,54%), Aracê (67,19%) e Pingo de Ouro BAG (66,94%) superaram essa meta, demonstrando alta eficiência fisiológica.

Em relação aos atributos morfológicos dos grãos, verificaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) pelo teste F para a Forma do Grão Verde (FGV) e para o Grau de Achatamento do Grão Verde (GAGV) entre os 16 genótipos de feijão-caupi avaliados (Tabela 4). A presença de variação genotípica estatisticamente significativa evidencia a existência de variabilidade genética expressiva na população estudada, aspecto indispensável para o sucesso de programas de melhoramento genético direcionados à padronização e qualidade comercial do feijão-caupi na fase verde (MELO *et al.*, 2021).

TABELA 4. Resumo das análises de variâncias individuais e estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres forma do grão verde (FGV) e grau de achatamento do grão (GAGV), obtidos a partir da avaliação de 16 genótipos de feijão-caupi, em Fortaleza-CE, 2022

Fonte de variação	GL	FGV	GAGV
Blocos	2	0,0025	0,0008
Genótipos	15	0,0612**	0,0077**
Resíduo	30	0,0084	0,0021
Média	-	1,59	0,90
CV (%)	-	5,73	5,12
Mínimo	-	1,37	0,76
Máximo	-	1,94	1,04
CVg (%) ⁽¹⁾	-	8,32	4,77
b(2)	-	1,45	0,93
Herdabilidade (%)	-	86,35	72,28

(1)CVg, coeficiente de variação genética. (2) b, Razão CVg/CVe. ns Não significativo. **, *Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os coeficientes de variação experimental (CV) apresentaram magnitudes reduzidas (5,73% para FGV e 5,12% para GAGV), refletindo precisão experimental na condução do ensaio e possibilitando confiabilidade nas estimativas dos parâmetros genéticos obtidos (SOUZA *et al.*, 2019). Essa baixa interferência dos erros aleatórios é essencial no manejo de caracteres métricos foliares e de grãos, nos quais a precisão das mensurações direta e indireta impacta a seleção dos materiais superiores.

O Coeficiente de Variação Genética (CVg) superou o Coeficiente de Variação Experimental (CV) para o caráter FGV, resultando em um índice relacional ($b = CVg/CVe$) de 1,45. Magnitudes de $b \geq 1,0$ indicam uma situação altamente favorável para a seleção,

demonstrando que a variação observada no fenótipo é predominantemente governada pela variância genética aditiva em relação às oscilações micro ambientais (CRUZ *et al.*, 2012; MELO *et al.*, 2021). Para o GAGV, o valor da razão *b* aproximou-se da unidade (0,93), também sinalizando uma condição promissora para a obtenção de ganhos genéticos.

As estimativas de herdabilidade no sentido amplo (h^2) apresentaram elevadas magnitudes para ambos os caracteres, atingindo 86,35% para FGV e 72,28% para GAGV (Tabela 4). Altos valores de herdabilidade (superiores a 70%) corroboram a reduzida interferência do ambiente sobre a expressão fenotípica desses atributos biométricos do grão, sugerindo que o controle genético primário dessas variáveis é governado por poucos genes de efeito aditivo relevante ou de baixa complexidade biológica (MELO *et al.*, 2021; ARAÚJO *et al.*, 2025).

Na prática do melhoramento do feijão-caupi voltado ao consumo *in natura* (feijão-verde), a forma e a curvatura do grão são atributos visuais de grande impacto no mercado, influenciando diretamente a preferência do consumidor e a eficiência do processamento de debulha (FREIRE FILHO *et al.*, 2007; ANDRADE *et al.*, 2010; MELO *et al.*, 2021)

A forte herança genética para atributos de forma e dimensão de grãos em *Vigna unguiculata* tem sido amplamente documentada na literatura de melhoramento da cultura (MELO *et al.*, 2021; GERRANO *et al.*, 2022; PESSOA *et al.*, 2023). Sob a perspectiva da comercialização do feijão-verde (fresco ou processado em embalagens), a forma do grão (FGV) e o grau de achatamento (GAGV) são parâmetros qualitativos determinantes na preferência do consumidor e no rendimento do produto (FREIRE FILHO *et al.*, 2007; SOUSA *et al.*, 2015). Grãos reniformes ou ovóides e com boa turgidez (menos achatados) agregam valor estético e facilitam o miniprocessamento industrial (BERTINI *et al.*, 2013).

Assim, a combinação de alta herdabilidade, valores favoráveis do índice *b* e excelente precisão experimental indica que os caracteres FGV e GAGV possuem controle genético aditivo dominante, permitindo que a seleção baseada no fenótipo seja altamente eficiente para a identificação e recomendação de genótipos superiores para o setor comercial de feijão-verde.

CONCLUSÕES

Foi identificada ampla variabilidade genética no germoplasma estudado, com elevada herdabilidade e excelentes perspectivas de ganho genético por seleção para caracteres produtivos e qualitativos.

A variedade crioula 'Pingo de Ouro' destacou-se como o ideótipo mais promissor para comercialização, reunindo a maior produtividade de grãos verdes (2.580,18 kg ha⁻¹) e alta eficiência de enchimento de grãos (IGV de 71,21%).

A variedade Bengala consolida-se como referência estética para o setor de embalagens por apresentar grãos grandes, de formato reniforme cheio e vagens de maior comprimento (29,39 cm).

O ponto ideal de colheita deve ocorrer quando os grãos apresentarem entre 60% e 70% de umidade, variando de oito a nove dias após a antese para cultivares de crescimento rápido (Pujante e Bengala) e de 10 a 12 dias para as de crescimento intermediário (Tumucumaque e Senador).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. M.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RAMOS, S. R. R. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão-verde. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 596-601, 2010.

ARAGÃO, W. F. L.; ARAÚJO, M.S.; SANTOS, S.P.; LOPES, A. F. S.; DAMASCENO-SILVA, K.J.; ROCHA, M.M. Agronomic and commercial potential of compound-inflorescence cowpea lines. **Pesquisa agropecuária brasileira (ONLINE)**, v. 57, p.1-14, 2022.

ARAÚJO, L. B. R.; TOMAZ, F. L. S.; FREITAS, L. M.; BERTINI, C. H. C. M.; DOVALE, J. C.; Recommendation of cowpea genotypes based on adaptability, stability and grain darkening. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 56, p. e202292875, 2025.

BERTINI, C. H. C. M.; ALMEIDA, W. S. ; SANTOS, E.O.dos.; ROCHA, M. M. **Produtividade de genótipos de feijão-caupi avaliados para produção de feijão-verde no estado do Ceará**. In: III Congresso Nacional de Feijão-Caupi, 2013, Recife. III Congresso Nacional de Feijão-Caupi, 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Portaria CNPq nº 2.664, de 6 de março de 2026**: Institui a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2026. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-cnpq-n-2.664-de-6-de-marco-de-2026-691779232>. Acesso em: 20 ago/2026.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012. 514 p.

FALEIRO, F. G.; CRUZ, C. D.; CASTRO, C. de; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. de. Comparação de blocos casualizados e testemunhas intercalares na estimação de parâmetros genéticos em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1675-1680, dez/2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002001200001>.

FREIRE FILHO, F. R.; CHAMBLISS, O. L.; HUNTER, A. G. Crossing potential in the production of persistent green seeds in Cowpea using *gt* and *gc* genes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 2, p. 205-212, 2002.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q.; RAMOS, S. R. R.; MACHADO, C. F. Novo gene produzindo cotilédone verde em feijão-caupi. **Revista Ciência Agronomica**, v. 38, n. 3, p. 286-290, 2007.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D. SANTOS, A. A.; Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA, cap. 1, p 29-75, 2005.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M.M. Grãos verdes. In: **Agência Embrapa de Informação Tecnológica** (AGEITEC). Cultivo do Feijão-caupi: Produção - Grãos. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao-caupi/producao/graos/verdes>. Acesso em: 12 ago. 2026.

GERRANO, A.S; LUBINGAC, M.H; BAIRU, M.W. Gestão de recursos genéticos, restrições à produção de sementes e desempenho comercial de culturas órfãs na

África Austral: um estudo de caso do feijão-caupi. **South African Journal of Botany**, v.146, p.340-347, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.11.007>

MELO, L. F.; SILVA, T. P.; PEREIRA, J. S.; BERTINI, C. H. C. M.; VALE, J. C. Selection index for recommendation of cowpea cultivars for green bean production. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, n. 3, e20207256, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20210041>

MISTRO, J. C.; FAZUOLI, L. C.; GONÇALVES, W.; GUERREIRO FILHO, O. Estimates of genetic parameters in Arabic coffee derived from the Timor hybrid. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 7, n. 2, p. 141-147, Jun/2007. DOI: <https://doi.org/10.12702/1984-7033.v07n02a05>.

PESSOA, A. M. S.; BERTINI, C. H. C. M.; CASTRO, E. B. L.; FREITAS, L. M.; ARAÚJO, L. B. R. Genetic parameters and selection indices of cowpea genotypes for green grain production. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 2, p. 310-319, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n208rc>

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477 p.

SILVA, V.M; NARDILI, A.J; MENDES, N.A.C.; ROCHA, M.M.; WILSON, L.; et al.; Biofortificação agrônômica do feijão-caupi com zinco: Variação nas respostas do metabolismo primário e na qualidade nutricional dos grãos entre 29 genótipos diversos. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.162, p.378-387, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.02.020>

SILVA, D.T.S.; BRANDÃO, A.C.A.S.; MOREIRA-ARAÚJO, R.S.R. Avaliação do potencial tecnológico do feijão-caupi no desenvolvimento de produtos alimentícios: uma revisão integrativa. **ARACÊ**, v.7, n.1, p.2849-2858, 2025. DOI: 10.56238/arev7n1-174.

SOUSA, R. P. ROCHA, M.M.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RAMOS, S. R. R. Divergência genética em genótipos de feijão-caupi para a produção de feijão-verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 3, p. 381-387, jul./set. 2013.

SOUSA, J. L. M.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NEVES, A. C.; SOUSA, R. R.; Potencial de genótipos de feijão-caupi para o mercado de vagens e grãos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 5, p. 392-398, mai/2015.

SOUZA, K. N.; SILVA, C. R.C.; ROCHA, M.M.; RIBEIRO, V. Q.; DAMASCENO-SILVA, K. J. Avaliação de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes em Mossoró-RN. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 15, n. 6, p. 9-14, nov./dez/2019. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n6.a333>.

ROCHA, M. M.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; MENEZES-JÚNIOR, J. A. N. **Cultivares**. In: DoVALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. (Eds.). Feijão-caupi: do plantio à colheita. Viçosa, MG: Editora UFV, v. 1, cap. 6, p. 113-142, 2017.

WEISS, J.; TERRY, M. I.; MARTOS-FUENTES, M.; LETOURNEUX, L.; RUIZ-HERNÁNDEZ, V.; et al.; Diel pattern of circadian clock and storage protein gene

expression in leaves and during seed filling in cowpea (*Vigna unguiculata*). **BMC Plant Biology**, v. 18, n. 33, 2018. DOI: 10.1186/s12870-018-1244-2.